

Д. С. АХМЕТБАЕВ

**ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА МАТРИЦ
КОЭФФИЦИЕНТОВ ТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

In the paper new method is offered for calculation of coefficients of the main currents distribution on the basis of graph of electric circuit scheme. General characteristic was presented of matrix of coefficients of current distribution using for electrical calculations of power system circuits.

Some analytic formulae were obtained on the basis of mesh-current method and by a way of their equivalent conversion; topological formulae were derived for calculation of coefficients of current distribution on the basis of graph of the initial scheme of electric circuit.

For simplicity of description of the main postulates of the topological method scheme of closed circuit was studied consisting of three independent nodes, with demonstration of construction of possible trees for calculations of a denominator and numerators of coefficients of the main currents distribution.

Using of the suggested topological method allows substantially increasing efficiency of calculations of electric circuits carrying out on the basis of coefficients of current distribution.

Расчеты сложных электрических сетей и систем значительно упрощаются, если известны коэффициенты узловых токов по отдельным ветвям схемы ее замещения [1]. Коэффициенты распределения находятся на основе выражений, полученных с помощью матричных методов или методов топологии схем электрических сетей [2, 3]. Топологические методы имеют некоторые преимущества по сравнению с матричными методами в том смысле, что составленные алгоритмы реализуются меньшим числом вычислительных операций [4]. Практическая ценность использования коэффициентов токораспределения обусловлена тем, что значительно облегчается реализация методов математического программирования. Коэффициенты токораспределения имеют наглядный физический смысл, что позволяет использовать их при непосредственном управлении режимами энергосистем [5].

В статье разработан новый способ расчета коэффициентов распределения узловых токов на основе графа схемы электрической цепи.

Аналитическое описание коэффициентов токораспределения.

Аналитическое представление коэффициентов распределения узловых токов позволяет обеспечить наглядность и доступность излагаемого метода. Такой подход преодолевает барьер между интуитивным (эвристическим) пониманием проблемы и формализацией, которая неизбежна при исследовании цифровыми методами.

Аналитические выражения для элементов матрицы коэффициентов токораспределения могут быть получены на основе метода контурных токов.

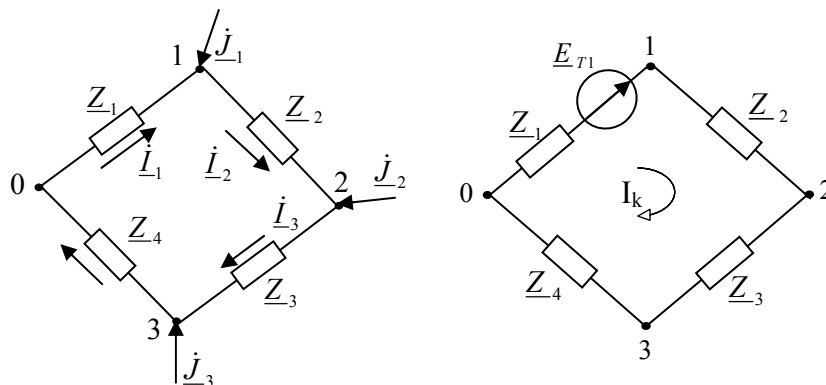
Рассмотрим схему замкнутой цепи, состоящей из трех независимых узлов, изображенной на рис. 1. Элементы матрицы коэффициентов токораспределения определяются решением контурных уравнений, составленных для трех фиктивных схем. Первый столбец матрицы:

$$C = \frac{1}{Z_k} \begin{vmatrix} -(Z_2 + Z_3 + Z_4) & -(Z_3 + Z_4) & -Z_4 \\ Z_1 & -(Z_3 + Z_4) & -Z_4 \\ Z_1 & (Z_1 + Z_2) & -Z_4 \\ Z_1 & (Z_1 + Z_2) & Z_1 + Z_2 + Z_3 \end{vmatrix}, \quad (1)$$

где $Z_k = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4$, определяется решением контурного уравнения:

$$I_k (Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4) = Z_1,$$

составленным для расчетной схемы рис. 1:



a б

Рис. 1. Схемы: *a* – исходная схема, *б* – расчетная схема

Нетрудно убедиться в том, что значения коэффициентов токораспределения соответствуют долевым значениям единичного тока в ветвях исходной схемы (см. рис. 1, а), приложенного к узлу 1. Элементы двух других столбцов определяются аналогично по изложенной методике с поочередным приложением единичного тока к узлам 2 и 3. Полученные аналитические выражения коэффициентов токораспределения позволяют вычислить элементы матрицы в зависимости от заданных натуральных параметров электрической цепи.

Топологический метод расчета коэффициентов токораспределения. Топологические свойства матрицы коэффициентов токораспределения могут быть получены путем преобразований элементов матрицы (1) через проводимости ветвей схемы.

После выражения сопротивления Z_i через Y_i путем несложных преобразований получим матрицу, которая запишется в виде

$$C = \frac{1}{Y_1 Y_2 Y_3 + Y_1 Y_2 Y_4 + Y_1 Y_3 Y_4 + Y_2 Y_3 Y_4} \times \begin{pmatrix} -Y_1(Y_2 Y_3 + Y_2 Y_4 + Y_3 Y_4) & -Y_1(Y_2 Y_3 + Y_2 Y_4) & -Y_1(Y_2 Y_3) \\ Y_2(Y_3 Y_4) & -Y_2(Y_1 Y_3 + Y_1 Y_4) & -Y_2(Y_1 Y_3) \\ Y_3(Y_2 Y_4) & Y_3(Y_1 Y_4 + Y_2 Y_4) & -Y_3(Y_1 Y_2) \\ Y_4(Y_2 Y_3) & Y_4(Y_1 Y_3 + Y_2 Y_3) & Y_4(Y_2 Y_3 + Y_3 Y_1 + Y_1 Y_2) \end{pmatrix}, \quad (2)$$

Полученные выражения для элементов матрицы коэффициентов токораспределения представляют собой деревья графа схемы в функции натуральных параметров электрической цепи. У всех коэффициентов токораспределения, входящих в состав исследуемой матрицы, знаменатель один и тот же, который определяется суммой произведений проводимостей возможных деревьев графа схемы замкнутой цепи. Необходимо отметить, что сумма произведений проводимостей возможных деревьев графа схемы равна определителю матрицы узловых проводимостей схемы. Возможные

деревья графа рассматриваемой замкнутой цепи, которые соответствуют знаменателю (2), изображены на рис. 2.

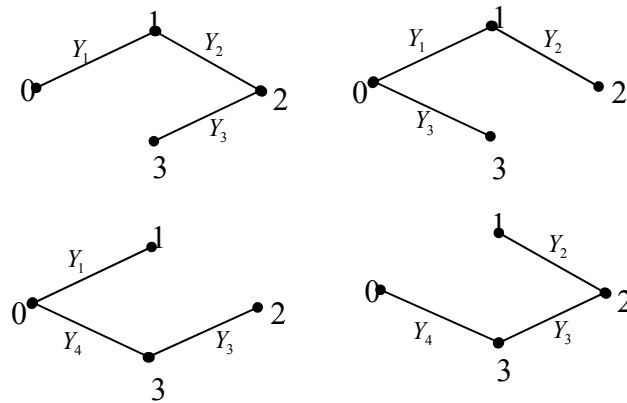


Рис. 2. Деревья графа замкнутой цепи

Числители коэффициентов токораспределения зависят от узла приложения возмущения в виде единичного тока и геометрического образа цепи. В общем случае числитель коэффициента токораспределения C_{ij} формируется сложением произведений проводимостей ветвей деревьев графа, содержащих путь от узла j к базисному узлу через ветвь i . При том числитель имеет знак плюс, если направление тока в дереве совпадает с принятым положительным направлением тока в ветви i , и, наоборот, знак минус, если эти направления не совпадают.

Числитель коэффициента токораспределения C_{11} , как видно из выражения (2), формируется суммой произведений ветвей трех деревьев, содержащих путь от узла 1 к базисному узлу через ветвь 1 , (рис. 3).

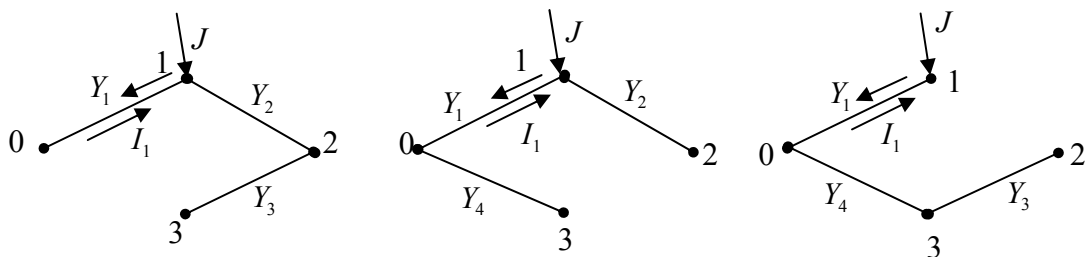


Рис. 3. Деревья графа числителя C_{11}

Числители коэффициентов C_{21} , C_{31} , C_{41} определяются произведением проводимостей ветвей только одного дерева (рис. 4), так как другие деревья с заданными свойствами не существуют.

На рис. 3, 4 указаны направления тока дерева и положительное направление тока в ветви, по которым определяются знаки коэффициентов токораспределения.

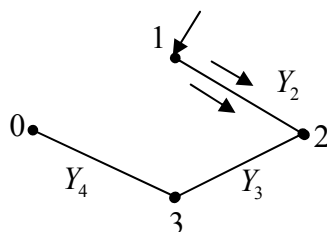


Рис. 4. Дерево графа числителей C_{21} , C_{31} , C_{41}

Таким образом, нетрудно построить возможные деревья исходного графа, формирующие числители остальных коэффициентов токораспределения, соответствующие аналитическим выражениям матрицы (2). На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы:

1. Разработан новый метод расчета элементов матрицы коэффициентов токораспределения на основе графа схемы электрической цепи по данным проводимостей ее ветвей.

2. Применение топологического метода существенно повысит эффективность множества расчетов сложных схем, выполняемых с применением матриц коэффициентов токораспределения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Н. А. Матричный метод анализа электрических цепей. М.: Энергия, 1972. 231 с.

2. *Гурский С. К.* Алгоритмизация задач управления сложных систем в электроэнергетике. Минск: Наука и техника, 1977. 367 с.

3. *Александров О. И., Бабкеевич Г. Г.* Применение метода коэффициентов распределения для оперативной коррекции конфигурации электрической сети // Известия вузов СССР. Энергетика. 1990. №12. С. 49-51.

4. *Гераскин О. Т.* Топологический анализ коэффициентов токораспределения в электрических сетях // Известия вузов СССР. Энергетика. 1967. №5. С. 20-24.

5. *Александров О. И., Бабкеевич Г. Г.* Оперативный алгоритм расчета режимов электрических сетей // Известия вузов СССР. Энергетика. 1990. №12. С. 14-19.

Файл: 6167Ахметбаев.doc
Каталог: X:\Полные журналы PDF\Вестник НИА РК\2009_№4
Шаблон: C:\Documents and Settings\Санду\Application
Data\Microsoft\Шаблоны\Normal.dotm
Заголовок: УДК 621
Содержание:
Автор: Admin
Ключевые слова:
Заметки:
Дата создания: 05.11.2009 10:41:00
Число сохранений: 4
Дата сохранения: 05.11.2009 10:46:00
Сохранил: а
Полное время правки: 6 мин.
Дата печати: 07.12.2012 16:27:00
При последней печати
страниц: 6
слов: 1 062 (прибл.)
знаков: 6 055 (прибл.)